

|              |        |       |              |                         |                |
|--------------|--------|-------|--------------|-------------------------|----------------|
| J. Tek. Ling | Vol. 9 | No. 3 | Hal. 242-254 | Jakarta, September 2008 | ISSN 1441-318X |
|--------------|--------|-------|--------------|-------------------------|----------------|

# SPASIAL STATISTIK UNTUK ESTIMASI DAN PERAMALAN PRODUKSI PERTANIAN

## Studi Kasus: Kabupaten Indramayu dan Subang

**Mubekti**

Peneliti di Pusat Teknologi Inventarisasi Sumberdaya Alam  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

### **Abstract**

*Applied Study on Agricultural Production estimate and Forecast by using Area Frame Sampling in Indramayu and Subang Districts is based on the successfulness of 'Area Frame Design' development for the whole Java Island. A brief explanation of design is presented to refresh its basic idea. The methodology of the study is discussed and the mathematical formulation to estimate rice refers to direct expansion approach is presented. The main aim of the study is to prove that area frame sampling is reliable to implement for rice production estimate and forecast. For that purpose, sample segments were extracted and inside the segment crop cutting was conducted. Three times ground survey were conducted to map rice growing stage and crop cutting. The analysis of ground data for both yield and harvest area was done then production estimate was derived. Furthermore, harvest area forecast for next three months after survey-1 was also conducted. Regarding to the manpower capability and the results in both districts, it is considered that area frame sampling is feasible to implement in district level.*

**Key Words:** Estimasi, Peramalan, Produksi Padi, Kerangka Sampel Areal

## **1. PENDAHULUAN**

Pangan merupakan bagian dari sumberdaya alam yang dapat dikategorikan sebagai sumberdaya alam yang dapat diperbarui. Meskipun demikian, agar dapat memenuhi kebutuhan pangan bagi masyarakat, maka diperlukan pengelolaan secara komprehensif yang melibatkan kegiatan *on-farm*, maupun kegiatan *off-farm*. Kegiatan *on-farm* meliputi perencanaan tanam, pengelolaan hama, dan berbagai perlakuan dalam skala petani, sementara itu kegiatan *off-farm* mencakup segala aspek di luar lingkungan pertanian. Statistik pertanian merupakan salah satu contoh kegiatan *off-farm* yang sangat penting bagi pengambil keputusan baik untuk

merencanakan pengembangan maupun keputusan-keputusan penting untuk menghindari kekerangan maupun kelebihan stok pangan nasional.

Sistem statistik produksi pertanian saat ini khususnya yang menyangkut masalah pangan selalu dipertanyakan tentang reabilitas data dan informasi produksi yang dihasilkan. Secara reguler selalu terjadi polemik, terutama pada saat-saat musim paceklik dimana harus diputuskan apakah diperlukan atau tidak diperlukan impor beras untuk memenuhi kebutuhan nasional. Untuk memperkecil polemik dan untuk meningkatkan sistem statistik pertanian diperlukan pengembangan metoda baru

yang bersifat obyektif dan dapat dipertanggungjawabkan tingkat reliabilitasnya.

Informasi Statistik pertanian di Indonesia berasal dari perolehan data jangka panjang dan jangka pendek. Jangka panjang dilakukan melalui sensus pertanian dalam periode waktu 10-tahunan. Jangka pendek dilakukan dalam periode bulanan/4-bulanan dengan pendekatan pengukuran dan estimasi. Produktivitas (ton/ha) didasarkan pada system ubinan (cutting plot) yang jumlah sampel dan distribusinya ditetapkan oleh BPS secara acak-proporsif. Sistem ubinan didedikasikan untuk level propinsi, sehingga untuk data level Kabupaten masih berdasarkan estimasi. Sedangkan luas panen didasarkan pada estimasi yang dilakukan oleh MANTAN (Mantri Tani) sering dikenal dengan pendekatan 'Eye Estimate'<sup>1)</sup>.

Perolehan data statistik berdasarkan estimasi tersebut sifatnya sangat subyektif dan sulit untuk mengukur tingkat akurasi dan tingkat kesalahannya. Oleh karena itu perlu adanya usaha untuk mengembangkan sistem pendekatan atau metodologi yang bersifat obyektif serta terukur tingkat akurasinya.

Dengan berkembangnya teknologi remote sensing dan GIS yang sangat pesat didukung oleh perkembangan teknologi dan kapasitas memori komputer, sangat memungkinkan mengembangkan estimasi dan peramalan produksi pertanian dengan pendekatan Spasial Statistik. Rancangan 'Kerangka Sampel Areal' untuk tanaman padi merupakan salah satu contoh spasial statistik pertama yang dikenalkan di Indonesia tahun 1999, melalui proyek SARI dengan sebutan 'Regional Inventory'<sup>2)</sup>.

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengaplikasikan pendekatan kerangka sampel areal untuk estimasi dan peramalan produksi padi, di mana 2 wilayah, yaitu Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang, Jawa Barat dijadikan daerah studi kasus.

## 2. BAHAN DAN METODA

Penjabaran Spasial Statistik dalam estimasi produksi padi diwujudkan dalam suatu pendekatan rancangan kerangka sampel areal. Prinsip dasar pendekatan ini adalah estimasi luasan yang didasarkan pada observasi langsung di lapangan terhadap tutupan lahan pada sampel-sampel terpilih (yang disebut segmen) secara reguler. Proporsi tutupan lahan pada sampel segmen tersebut kemudian diekstrapolasikan untuk memperoleh luasan populasi setiap jenis tutupan lahan. Adapun tahapan pekerjaan yang harus dilakukan meliputi stratifikasi lahan, pembentukan kerangka sampel, ekstraksi sampel segmen, survai lapangan dan analisis data.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, berupa (1) data sekunder berformat spasial atau peta digital, (2) Software GIS berserta perangkat kerasnya, (2) Foto udara berskala antara 1:10.000 sampai dengan 1:20.000, (3) peralatan survai (kompas, peta lapangan, ATK, dan lain-lain).

Berdasarkan kaidah-kaidah ilmu statistik dilakukan stratifikasi wilayah studi, penentuan kerangka sampel dan ekstraksi sampel segmen.

Survai yang bertujuan untuk memetakan fase-fase pertumbuhan tanaman dilakukan satu setengah bulan sekali sebanyak tiga kali terhadap sampel-sampel segmen yang telah terpilih. Adapun fase pertumbuhan yang dipetakan meliputi: (1) Olah Tanah (OT), (2) Fase Vegetative (V), (3) Fase Generative (G), dan Fase Panen (P). Survai dilakukan oleh para Mantri Tani dan PPL (Penyuluh Pertanian Lapangan) yang telah dilatih untuk menjadi surveyor pemetaan.

Hasil-hasil survai pemetaan lapangan terhadap segmen terpilih, kemudian dikonversi menjadi peta digital melalui penyekenan dan digitasi. Ekstraksi data luasan setiap fase pertumbuhan padi di masing-masing sampel segmen diperoleh dari peta digital tersebut.

Analisis estimasi dan peramalan luas panen diperoleh dari ekstrapolasi sampel segmen ke populasi yang dalam istilah statistik disebut 'direct expansion<sup>3)</sup>. Estimasi produktivitas diperoleh dari ubinan (cutting plot) yang dilakukan di dalam setiap sampel segmen. Produksi merupakan hasil kali antara luas panen dengan produktivitas rata-rata Kabupaten. Adapun formulasi matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

- **Produksi (P)**

$P = A \times Y$  dimana,

P adalah produksi (Ton)

A adalah luas panen (Ha)

Y adalah produktivitas rata-rata (Ton/Ha)

- **Luas Panen (A)**

$D_j$  = Luas total strata j

$n_j$  = dimensi sampel atau jumlah sampel segmen yang terpilih dalam strata j

m = jumlah strata

$p_{ij}$  = proporsi luas padi dalam segmen i strata j

$A_j$  = Luas total tanaman padi dalam strata j

$D_j$  adalah luas seluruh strata di Kabupaten tertentu

Rata-rata proporsi luas padi serta variannya di strata j, dalam Kabupaten tertentu dihitung dengan formulasi sebagai berikut

$$\bar{p}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} p_{ij} \quad \sigma_{\bar{p}_j}^2 = \frac{1}{n_j(n_j-1)} \sum_{i=1}^{n_j} (p_{ij} - \bar{p}_j)^2$$

Luasan tanaman padi dalam segmen dinyatakan dalam proporsi terhadap luasan segmen tersebut. Hal tersebut untuk menghindari/mengurangi bias, karena peta lapangan secara geometri belum terkoreksi, serta adanya kemungkinan kesalahan yang dilakukan oleh surveyor dalam menginterpretasikan batas-batas segmen.

$$A_j = D_j \bar{p}_j \quad Var(A_j) = D_j^2 \sigma_{\bar{p}_j}^2$$

Estimasi luas total tanaman padi di Kabupaten tertentu merupakan penjumlahan luas padi pada seluruh strata yang ada di Kabupaten tersebut. Formulasi matematis estimasi luas dan variannya adalah,

$$A = \sum_{j=1}^m A_j \quad Var(A) = \sum Var(A_j)$$

Standar eror dihitung dari akar varian dan koefisien variasi dinyatakan dalam persentasi antara standar eror dan estimasi luas.

- **Produktivitas (Y)**

Produktivitas diperoleh dari penimbangan ubinan (crop cutting) berukuran 2,5 m x 2,5 m yang diadopsi dari metoda yang dipakai oleh BPS, kemudian ekstrapolasikan ke satuan ton/ha. Ubinan dilakukan pada sawah yang akan dipanen dalam setiap segmen.

### 3. LOKASI, WAKTU DAN JADWAL SURVAI

Penelitian dilakukan pada tahun 2006 di 2 Kabupaten yaitu Indramayu dan Subang. Pemilihan lokasi didasarkan kemudahan jangkauan serta potensi padi pada kedua Kabupaten tersebut.

Penentuan jadwal survei merupakan hal yang penting dalam statistik padi karena berkaitan dengan fase pertumbuhan tanaman. Sedangkan fase pertumbuhan dan periode pertumbuhan merupakan parameter kunci untuk estimasi dan peramalan luas panen. Dengan memperhatikan fase pertumbuhan dan periode tumbuh padi, jadwal survei dilakukan sebagai berikut:

| Survei ke | Survei-1     | Survei-2  | Survei-3 |
|-----------|--------------|-----------|----------|
| Jadwal    | 23 Jan-3 Feb | 13-17 Mar | 1-5 May  |

Survai pertama bulan Januari merupakan musim tanam pertama (MT-1) pada kedua Kabupaten, sedangkan survai kedua bulan Mei merupakan musim tanam kedua (MT-2). Jadwal tersebut diatas diharapkan dapat mengkover 2 MT.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Stratifikasi

Stratifikasi bertujuan untuk membagi populasi ( $\bar{U}$ ) berukuran  $N$  kedalam  $H$  sub-populasi yang tidak overlap ( $\bar{U}_h$ -strata) berukuran  $N_h$  dengan harapan tercapainya efisiensi baik yang berhubungan dengan keakuratan hasil maupun biaya<sup>4)</sup>. Stratifikasi akan efisien bila karakteristik dari elemen-elemen dalam suatu strata mempunyai sifat berdekatan dan sangat berbeda antar strata. Secara klasik, strata ditentukan agar setiap segmen dari populasi jatuh dalam satu strata dan tidak ada satu elemen yang dimiliki oleh dua strata atau lebih. Sehingga tidak ada segmen yang melangkahi batas antar strata.

GIS merupakan alat untuk mengembangkan pengelolaan berbagai layer informasi yang berbeda. Saat menganalisis antar layer, perlu diperhatikan untuk menghindari jumlah terlalu besar bagi poligon-poligon kecil berisi informasi yang salah. Visual interpretation photo satelit beresolusi tinggi dengan dibantu peta topografi atau peta penggunaan lahan adalah sistem yang paling banyak digunakan untuk stratifikasi. Pendekatan ini sudah digunakan oleh beberapa negara dalam kaitannya dengan MARS (Monitoring Agriculture by Remote Sensing) Project<sup>5)</sup>. Informasi yang diperoleh dari hasil klasifikasi citra beresolusi tinggi atau dari citra beresolusi rendah (AVHRR, Resurs, dll) dapat digunakan untuk stratifikasi, namun belum digunakan dalam MERA 92.

Dalam tahap awal fase pengembangan metodologi Proyek SARI, stratifikasi dilakukan dengan peta digital Land System (skala 1:250000). Kelas-kelas kesesuaian lahan dan pola penggunaan lahan dapat

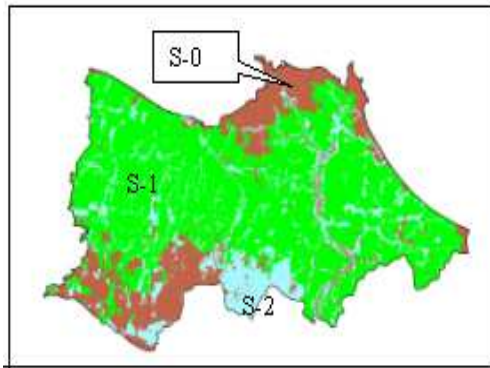
diinterpretasikan dari peta tersebut. Setiap poligon dalam peta digolongkan kedalam tiga penggunaan utama, yaitu (1) budidaya lahan kering, (2) budidaya lahan basah, dan (3) budidaya lahan dataran tinggi.

Tahap berikutnya adalah melakukan zonasi daerah studi dengan tujuan utama untuk mengklasifikasi daerah padi dan non-padi sehingga dapat mengurangi areal yang akan diambil sampelnya. Tahap akhir adalah re-stratifikasi daerah studi dari klas kesesuaian lahan. Dasar dari stratifikasi ini adalah presentasi areal sawah, kondisi geomorfologi, dan homogenitas fase pertumbuhan padi dari setiap poligon yang ada. Pengecekan lapangan juga dilakukan dalam proses stratifikasi dengan tujuan untuk memverifikasi hasil.

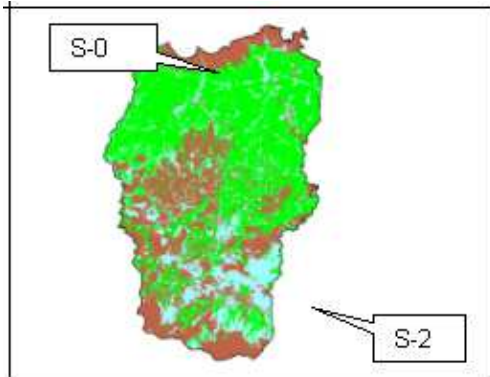
Pada akhir fase pengembangan metodologi, alat utama stratifikasi adalah Peta Digital Baku Persawahan skala 1:100.000 yang telah dihasilkan oleh Proyek SARI. Dalam peta tersebut terdapat berbagai poligon penggunaan lahan, dimana masing-masing poligon yang mempunyai penggunaan lahan sama memiliki kode dan warna sama. Poligon-poligon tersebut kemudian akan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok besar, untuk mendapatkan strata.

Dalam peta baku persawahan juga terdapat batas administrasi, sehingga untuk mendapatkan strata yang meliputi seluruh Kabupaten, masing-masing peta kelompok penggunaan lahan (strata) dioverlaikan dengan peta batas administrasi Kabupaten. Gambar 1. dan Gambar 2. merupakan hasil stratifikasi untuk Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang, dimana (1) S-1 (strata-1) adalah kemungkinan sawah, (2) S-2 (strata-2) adalah sawah tadah hujan, dan (3) (S-0) adalah non-sawah tidak dialokasikan sampel segmen (dieleminasi).

Proses stratifikasi tersebut dilakukan dengan menggunakan software GIS Arc-Info dan Arc-View, dengan sumber utama sebagai alat stratifikasi adalah Peta Baku Persawahan dan Peta Ekosistem Pertanian skala 1:100.000 dalam format digital.



Gambar 1. Stratifikasi Sawah Kab. Indramayu



Gambar 2. Stratifikasi Sawah Kab. Subang

Proses stratifikasi tersebut dilakukan dengan menggunakan software GIS Arc-Info dan Arc-View, dengan sumber utama sebagai alat stratifikasi adalah Peta Baku Persawahan dan Peta Ekosistem Pertanian skala 1:100.000 dalam format digital.

#### 4.2 Kerangka Areal Segmen Bujur Sangkar

Tahap awal untuk seleksi sampel adalah menentukan kerangkanya agar dapat digunakan untuk menentukan elemen-elemen suatu populasi, dimana suatu sampel dapat dideskripsikan untuk mengestimasi karakter tertentu dari populasi secara keseluruhan. Kelebihan utama dari kerangka areal adalah bahwa kerangka sampel dapat sepenuhnya

dikontrol. Kemungkinan perubahan hanya pada ukuran unit-unit atau stratifikasi, yang dapat dimodifikasi oleh manajer survey.

Desain sampel segmen yang digunakan dalam kegiatan ini didasarkan pada kerangka areal dengan segmen berbentuk bujur sangkar. Segmen ditentukan dengan mengoverlaykan grid bujur sangkar diatas areal yang akan diteliti (gridding). Dimana area operasional yang akan diteliti, disebut studi area, dibagi kedalam blok-blok besar berbentuk bujursangkar berukuran 10 km X 10 km persegi. Masing-masing bujursangkar besar ini kemudian dibagi lagi menjadi 400 bujursangkar yang lebih kecil (sub-blok) berukuran 500 m X 500 m.

Masing-masing bujursangkar ini disebut segmen. Batas segmen ditentukan berdasarkan pada koordinat geografi dengan lokasi tetap. Pembagian studi area menjadi blok dan sub-blok ditunjukkan dalam Gambar 3. Setelah diperoleh segmen-segmen dengan bentuk beraturan, perlu adanya ketentuan bagi segmen-segmen yang terletak diperbatasan antar strata, karena suatu segmen tidak dimiliki oleh lebih dari satu strata.

Formula yang digunakan sebagai bahan keputusan oleh software GIS adalah apabila dominasi luasan segmen jatuh pada strata tertentu, maka segmen tersebut masuk dalam strata tersebut, demikian sebaliknya (Gambar 4.). Hasil pembangunan kerangka areal untuk Kabupaten Indramayu dan Subang seperti yang terlihat dalam Gambar 5. dan Gambar 6. Ekstraksi sample secara randomisasi dilakukan dalam kerangka areal dengan software GIS.

#### 4.3 Ekstraksi Random Sampel Segmen

Metoda 'Systematic Aligned Radom Sampling' dengan menggunakan ambang jarak (threshold) akan diaplikasikan untuk mengekstraksi sample segmen. Daerah studi area yang sudah dibagi kedalam blok-blok berukuran 10 km x 10 km kemudian dibagi lagi menjadi 400 sub-blok berukuran 500 m x 500 m yang menjadi 'spatial unit' dalam penentuan sample segmen.

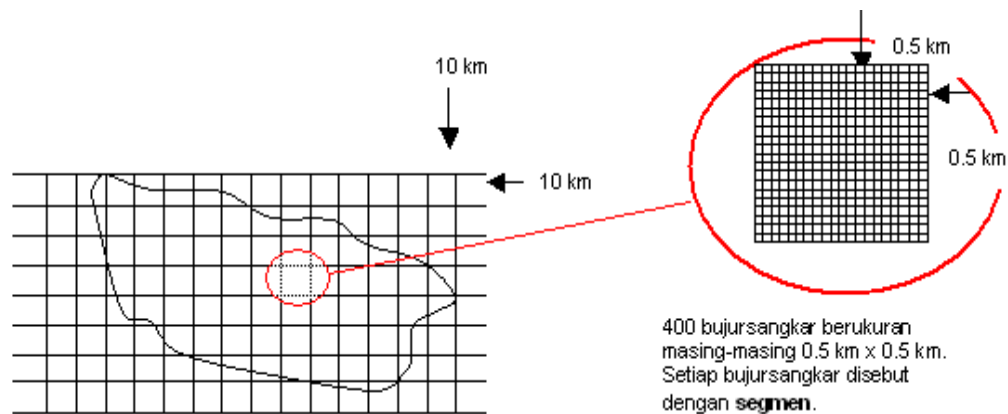
Demensi (jumlah) sample ditentukan dengan mengikuti sampel demensi minimum yang masih dimungkinkan dalam hubungannya dengan keakuratan data yang dapat diterima dalam estimasi pada level Kabupaten.

Pertimbangan dalam penentuan demensi sample terutama merujuk pada kesulitan pelaksanaan survey serta berhubungan dengan kendala-kendala manajemen kegiatan (koordinasi, jumlah Mantri Tani/PPL), biaya dan kesulitan dalam transfer 'know-how' teknik survey. Dalam design operasional ini, demensi sample segmen dikurangi dari 2 % pada awal fase pengembangan metodologi menjadi 1 % dari luasan kerangka. Demensi sample ini juga mengalami penyesuaian dengan pertimbangan koefisien variasi yang akan dicapai, demensi sample per strata dan per Kabupaten, dan pengetahuan yang dikuasai tentang kondisi setempat.

Untuk mendapatkan 1 % sample dari luas populasi, paling sedikit 4 segmen/blok

harus dipilih dengan memperhatikan jarak ambang, untuk menghindari penumpukan ample dalam daerah tertentu saja. Apabila dalam pengacakan terdapat 2 segmen atau lebih yang bergandengan (berdekatan) satu dengan yang lain, maka hanya satu saja yang diputuskan menjadi sample segmen. Ambang jarak yang dikenakan dalam penelitian ini adalah minimal 1 km jarak antara satu ample segmen dengan segmen yang lainnya. Sehingga dari setiap blok 10 km x 10 km dilakukan pengacakan 12 segmen untuk Jawa Timur, Jawa Tengah dan Jogjakarta, serta 10 segmen untuk daerah Jawa Barat.

Perandoman dilakukan 10/12 segmen (replikasi) dan dari setiap blok dipilih 4 sampel segmen yang posisinya memenuhi amplea. Apabila sample segmen dalam suatu strata di Kabupaten tertentu jumlahnya sedikit, sebagai akibat dari luas strata yang sempit, maka kerangka areal dalam Kabupaten tersebut tidak dilakukan pembedaan antara strata-1 dan strata-2



Gambar 3. Ilustrasi pembagian wilayah menjadi blok dan sub-blok

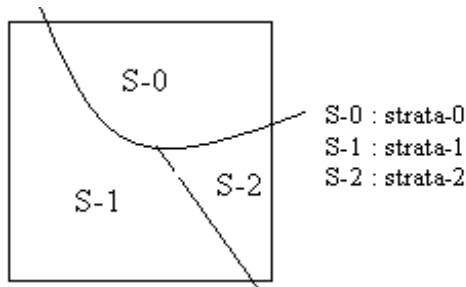
Segmen-segmen yang memenuhi jarak ambang dua sel (segmen) atau lebih yang diperhitungkan dan diberi nomor urut. Proses ini direncanakan berlaku untuk 2 Kabupaten, namun karena harus memenuhi kriteria jumlah minimum per strata, replikasi sampel segmen mengalami modifikasi.

Hasil dari pemilihan sampel segmen ini di overlaikan dengan batas administrasi

Kabupaten untuk menyesuaikan dengan unit administrasi. Overlai dengan peta penggunaan lahan untuk seleksi sampel yang jatuh di areal sawah juga dilakukan. Sampel segmen yang jatuh diluar poligon sawah dianulir sebagai sampel terpilih. Pengecekan ulang ekstraksi sampel dilakukan pada setiap Kabupaten, dan dalam Kabupaten dilakukan review pada



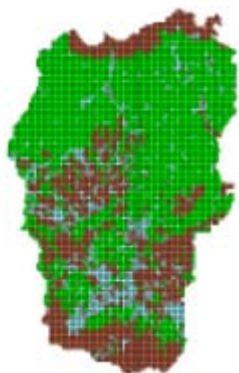
setiap strata. Dalam kasus-kasus tertentu diperlukan beberapa sampel segmen cadangan untuk menghindari ketidaktersediaan photo udara atau lokasi sampelnya sulit dijangkau. Kemudian ekstraksi sampel segmen pada blok-blok berikutnya mengikuti pola sampel pada blok pertama.



Gambar 4. Penentuan Strata



Gambar 5. Kerangka sampel segmen bujur sangkar, Indramayu



Gambar 6. Kerangka sample segmen bujur sangkar, Subang

Hasil akhir jumlah dan sebaran sampel segmen terpilih yang dioverlaikan dengan penggunaan sawah terlihat pada Gambar 7. dan Gambar 8. Jumlah sampel segmen (n) untuk Kabupaten Indramayu sebanyak 54 segmen, sedangkan Kabupaten Subang sebanyak 55 segmen.



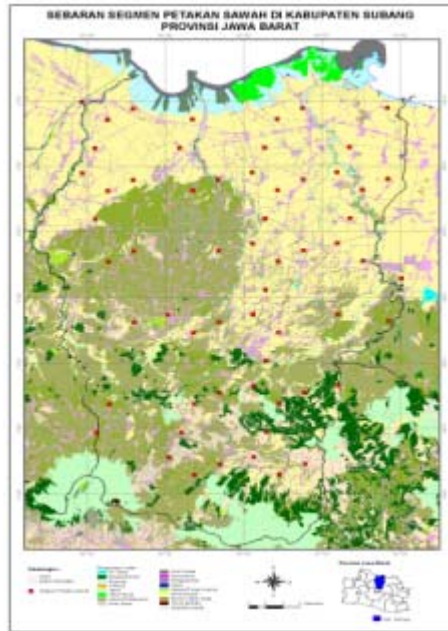
Gambar 7. Sampel segmen Kab. Indramayu

Metoda ekstraksi diatas adalah metoda yang sering digunakan dalam statistik ruang (spatial statistics). Dalam aktivitas ini, unit statistik padi akan dilakukan sampai tingkat Kabupaten. Oleh karena itu kerangka area yang telah dihasilkan harus dioverlaikan dengan batas administrasi Kabupaten. Kaidah-kaidah statistik harus diperlukan dalam menentukan jumlah sampel setiap strata dalam suatu kabupaten agar hasilnya dapat dipertanggungjawabkan.

Data luasan sampel segmen diperoleh dari survei langsung dilapangan terhadap tutupan lahan dengan cara pemetaan pada waktu-waktu tertentu secara periodik. Sebagai alat bantu dalam pemetaan sampel segmen digunakan photo udara dengan skala yang memadai.

Penyebaran sampel dan jumlahnya pada level kecamatan dapat diketahui dengan cara mengoverlaikan peta penyebaran sampel segmen dengan peta batas kecamatan. Sumber peta batas kecamatan tidak terlalu akurat, sehingga menyebabkan beberapa kesalahan dalam mengidentifikasi lokasi segmen di kecamatan tertentu. Kesalahan banyak

terjadi terutama pada sampel-sampel segmen yang terletak pada daerah perbatasan Kecamatan. Demikian juga dengan peta baku persawahan, dalam batas-batas tertentu mempunyai kelemahan. Hal tersebut dapat ditunjukkan oleh adanya beberapa sampel segmen yang jatuh pada danau atau pantai.



Gambar 8. Sample segmen Kab. Subang

#### 4.4 Identifikasi Segmen di Lapangan

Tahap berikutnya adalah mengidentifikasi segmen untuk dapat dilakukan survai di lapangan terhadap segmen-segmen tersebut. Dalam sistem survei ini, segmen-segmen tidak dibatasi oleh kenampakan fisik, melainkan dibatasi oleh garis berdasarkan koordinat geografi. Telah disebutkan sebelumnya bahwa setiap segmen dapat diidentifikasi dari koordinat geografi pada titik sudut baratdayanya. Dalam kegiatan ini, digunakan koordinat geografi dalam bentuk UTM dengan satuan meter, terutama untuk memudahkan proses pengidentifikasian segmen yang berbentuk

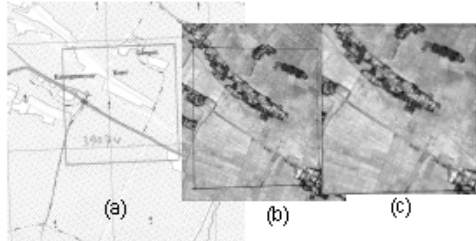
bujursangkar seluas 500 m x 500 m. Letak geografis dari segmen-segmen tersebut sangat membantu dalam pengadaan photo udara maupun pengeplotan sampel segmen dalam peta. Pertama-tama seluruh sampel segmen hasil randomisasi diplot kedalam peta rupabumi (skala 1:25000) berdasarkan identitas koordinat dari masing-masing segmen. Setelah diketahui letak koordinat dari titik sudut barat daya suatu segmen, kemudian area segmen tersebut diplot sesuai dengan ukurannya. Dalam peta rupabumi skala 1:25000, segmen berukuran 500 m x 500 m akan terplot sebagai bujursangkar dengan luas 2 cm x 2 cm.

Tahap berikutnya adalah pengeplotan pada photo udara. Untuk mengetahui persis letak segmen dalam photo udara, dilakukan pencocokkan kenampakan dalam peta rupabumi dengan kenampakan dalam photo udara. Setelah didapatkan kenampakan yang sama antara keduanya, kemudian segmen berukuran 500 m x 500 m diplotkan dalam photo udara. Proses selanjutnya adalah mengubah photo dari bentuk analog (paper-print) ke bentuk format digital melalui penyekenan, dan diperbesar menjadi skala 1:2500 supaya lebih jelas. Setelah dalam bentuk digital dilakukan 'cropping' sesuai dengan ukuran segmen (500 m x 500 m).

Gambar 9. menunjukkan proses pengeplotan segmen ke dalam peta dan photo udara. Berdasarkan hasil ekstraksi sampel segmen, diketahui koordinat pojok kiri bawah sampel segmen tersebut yang digunakan sebagai dasar pengeplotan diatas peta rupa bumi/topografi (a). Kenampakan-kenampakan yang serupa terlihat baik di peta maupun di photo (b). Sedangkan (c) menunjukkan hasil 'cropping' dengan skala yang sudah diperbesar menjadi 1:2500. Print out photo udara seluruh sampel segmen skala 1:2500 diperlukan sebagai pedoman untuk melakukan pemetaan dilapangan. Dua lembar plastik transparan ditempelkan di atas lembar photo tersebut, dimana lembar pertama untuk menggambarkan poligon-poligon penutup lahan dan lembar kedua



untuk mencantumkan kode-kode penutup lahan yang sesuai dengan kondisi di lapangan pada saat survei dilakukan.



Gambar 9. Plot sampel segmen ke peta dan photo udara

#### 4.5. Survei Lapangan

Target utama dalam estimasi dan peramalan produksi padi dengan kerangka sample areal adalah angka statistik untuk luasan tanaman padi beserta produktivitasnya. Untuk mendapatkan angka statistik tersebut, harus dikumpulkan data dari lapangan. Data tersebut diperoleh melalui pengamatan di lapangan yang dilakukan hanya pada area sample segmen. Lokasi dari masing-masing sample segmen diidentifikasi/dicari terlebih dahulu sebelum pemetaan dilakukan. Peta panduan lapang yang sample segmennya telah diplot, dijadikan panduan untuk menemukan lokasi sample segmen. Titik-titik acuan di lapangan dapat dijadikan sebagai patokan, yaitu berupa infrastruktur yang posisinya tidak sering berubah dalam jangka waktu tertentu, seperti jalanan, jembatan, sungai besar, pemukiman, dan lain-lain.

Kegiatan survei lapangan yang dilakukan mencatat fase pertumbuhan tanaman padi. Pencatatan dilakukan dengan jalan memetakan diatas plastic transparan terhadap fase pertumbuhan secara akurat dengan bantuan foto udara pada sample segmen tersebut. Sedangkan survei produktivitas padi, dilakukan sesuai/ mengikuti metode yang diterapkan oleh BPS, yaitu dengan plot 2,5 m X 2,5 m (ubinan) yang ditempatkan di dalam area

segmen. Nilai produktivitas akan dicatat setiap bulan pada segmen yang mengalami panen.

#### 4.6 Hasil Pemrosesan Data

Peta lapangan yang berisi fase pertumbuhan tanaman di setiap sample segmen dikonversi menjadi peta digital penyekanan dan digitasi. Dengan soft-ware GIS, peta digital dikoreksi geometris dan kemudian diekstrak luasan masing-masing fase pertumbuhan. Analisis selanjutnya adalah perhitungan statistik luasan beserta produktivitasnya untuk mendapatkan produksi padi.

Setiap kali survei dilakukan dapat dihitung parameter-parameter seperti yang tercantum dalam Tabel 1. Luas kerangka areal bersifat permanen dan merupakan penjumlahan dari luas strata-1 dan strata-2. Jumlah sample segmen juga bersifat permanent dan merupakan sample perwakilan dari kerangka areal yang disurvei setiap satu setengah bulan. Luas kerangka areal untuk Indramayu dan Subang masing-masing adalah 145.750 hektar dan 142.750 hektar, sedangkan jumlah sampelnya masing-masing adalah 54 segmen dan 55 segmen.

Tabel 1, menunjukkan bahwa rata-rata proporsi sawah/segmen berubah dari survei-1 ke survei berikutnya baik di Indramayu maupun di Subang walaupun tidak besar perubahannya.

Hal tersebut mengindikasikan, bahwa persawahan di kedua Kabupaten tersebut selain untuk padi juga dimanfaatkan untuk tanaman lain pada waktu-waktu tertentu. Hal tersebut juga tergambar dari estimasi luas sawah yang berubah setiap kali dilakukan survei.

Tingkat kepercayaan (level of confidency) dari estimasi luas sawah, secara statistik dapat diukur melalui besaran standar eror atau besaran koefisien variasi. Kedua besaran tersebut menggambarkan tingkat variasi dari estimasi baik diatas nilai estimasi maupun dibawah nilai estimasi luasan sawah. Sebagai ilustrasi untuk

survai-1 di Kabupaten Indramayu (Lihat Tabel 1.), estimasi luasan sawah 116.048 Ha dan koefisien variasinya 4,26 persen. Hal tersebut berarti probabilitas kesalahan estimasi berkisar 4,26 persen baik diatas maupun dibawah 116.048 hektar.

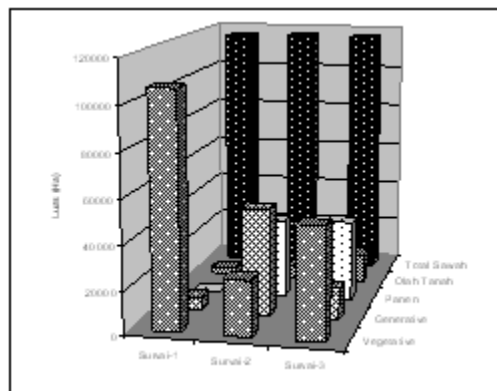
Tabel 1. juga menggambarkan perkembangan luasan fase pertumbuhan padi dari satu survai ke survai berikutnya. Luasan fase pertumbuhan tersebut sangat penting sebagai kunci untuk menghitung/ mengestimasi luas panen dalam periode tertentu maupun untuk meramalkan luas panen yang akan terjadi pada periode yang

akan datang. Perkembangan luasan fase pertumbuhan dari survai-1 sampai survai-3 untuk kedua Kabupaten dapat diilustrasikan seperti dalam Gambar 10. dan Gambar 11.

Seperti yang telah disebutkan diatas, pelaksanaan survai-1 pada akhir Januari, survai-2 pertengahan Maret, dan survai-3 awal Mei. Pada survai pertama akhir Januari, areal persawahan didominasi oleh tanaman padi fase vegetative baik di Indramayu maupun di Subang. Areal panen pada bulan tersebut belum ada di Indramayu, sedangkan di Subang

Tabel 1. Hasil pemrosesan data survai di Kabupaten Indramayu dan Subang

| Parameter                                | Indramayu |          |          | Subang   |          |          |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | survai-1  | survai-2 | survai-3 | survai-1 | survai-2 | survai-3 |
| Luas Kerangka Areal (Ha)                 | 145.750   | 145.750  | 145.750  | 142.750  | 142.750  | 142.750  |
| Jumlah Sampel Segmen (n)                 | 54        | 54       | 54       | 55       | 55       | 55       |
| Estimasi rata-rata proporsi sawah/segmen | 0,796     | 0,803    | 0,802    | 0,628    | 0,631    | 0,620    |
| Estimasi Luas Sawah (Ha)                 | 116.048   | 117.036  | 116.898  | 89.709   | 90.059   | 88.532   |
| Estimasi Standar Error (Ha)              | 4.943     | 4.884    | 4.900    | 6.856    | 6.783    | 6.763    |
| Coefisien Variasi (%)                    | 4,26      | 4,17     | 4,19     | 7,64     | 7,53     | 7,64     |
| Vegetative (Ha)                          | 106.880   | 25.440   | 51.056   | 66.369   | 15.310   | 34.435   |
| Generative (Ha)                          | 6.151     | 48.924   | 14.662   | 20.797   | 35.044   | 5.243    |
| Panen (Ha)                               | 0         | 36.324   | 37.330   | 965      | 38.265   | 22.403   |
| Olah tanah (Ha)                          | 3.017     | 6.347    | 13.851   | 1.578    | 1.440    | 26.450   |



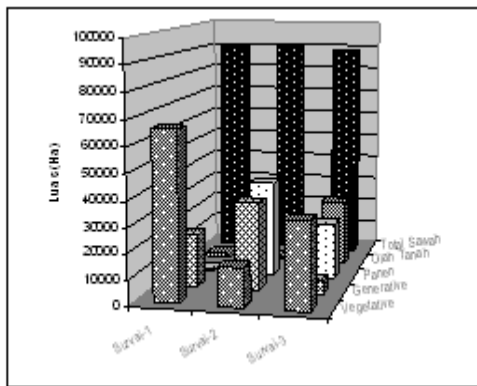
Gambar 10. Perkembangan luasan fase pertumbuhan padi di Kab. Indramayu

Musim tanam kedua (MT-2) pada kedua Kabupaten dimulai pada akhir bulan Maret. Hal tersebut ditunjukkan oleh meningkatnya luasan pengolahan tanah untuk persiapan penanaman padi pada survai-3 (awal Mei). Kalau diasumsikan areal di kedua Kabupaten tersebut merupakan persawahan irigasi dan curah hujan mencukupi, maka areal panen yang cukup dominan pada saat survai-3 tersebut akan ditanami padi pada MT-2 ini.

Informasi yang diperoleh dari Gambar diagram tersebut merupakan informasi yang penting bagi pengambil keputusan dalam penentuan target produksi maupun perencanaan pengadaan saprodi (pupuk,

festisida, dan lain-lain) pada kedua Kabupaten.

Dari tiga survai dapat dilakukan penghitungan kumulatif luas panen pada kedua Kabupaten. Luas panen diantara dua survai (S1-S2 dan S2-S3) dianalisis dari overlai peta segmen hasil dua survai lapangan yang berisi fase pertumbuhan padi, sehingga diketahui areal yang mengalami panen. Data luas panen dari masing-masing survai serta kumulatifnya disajikan dalam Tabel 2. dan Gambar 12.



Gambar 11. Perkembangan luasan fase pertumbuhan padi di Kab. Subang

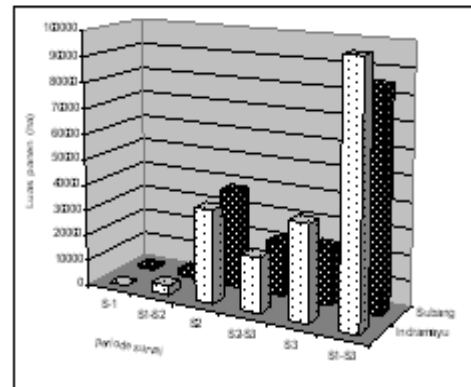
Tabel 2 dan Gambar 12, menunjukkan puncak panen MT-1 pada kedua Kabupaten terjadi pada pertengahan Maret (S-2). Pada survai-3, awal Mei, luasan panen di Indramayu masih tinggi (37330 ha), sedangkan di Subang sudah mengalami penurunan (22403 ha). Luasan panen kumulatif dari Januari sampai dengan Mei adalah 98727 hektar dan 85144 hektar masing-masing untuk Indramayu dan Subang.

Tabel 2. Luas panen padi di 2 Kabupaten (Ha)

| Kabupaten | S-1 | S1-S2 | S2    | S2-S3 | S3    | S1-S3 |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Indramayu | 0   | 3594  | 36324 | 21479 | 37330 | 98727 |
| Subang    | 965 | 2764  | 38265 | 20747 | 22403 | 85144 |

Dengan demikian dapat diketahui atau diasumsikan, bahwa dari luasan sawah sekitar 117000 hektar di Indramayu, masih tersisa 1800 hektar padi yang belum dipanen pada MT-1. Sedangkan di Subang dari luasan sawah sekitar 90000 hektar, masih sekitar 5000 hektar lagi yang belum dipanen. Produksi padi diperoleh dari perkalian luas panen dengan rata-rata produktivitas. Luas panen sudah diterangkan diatas, sedangkan rata-rata produktivitas dihitung dari pelaksanaan ubinan di dalam sample segmen yang dikonversi satuannya menjadi ton/hektar. Tabel 3., merupakan hasil analisis produksi padi Kabupaten Indramayu dan Subang untuk periode survai-1 sampai survai-3 (januari-Mei), 2006.

Produktivitas merupakan hasil konversi penimbangan langsung dilapangan, jadi masih merupakan gabah kering panen (GKP). Dalam Tabel 3. menunjukkan bahwa produktivitas di Indramayu lebih bervariasi dibandingkan dengan di Subang.



Gambar 12. Perkembangan luas panen di 2 Kabupaten

Hasil kumulatif periode survai-1 sampai dengan survai-3 atau antara bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2006 menunjukkan, bahwa produksi padi di Indramayu sebesar 669.152 ton sedangkan di Subang sebesar 546.956 ton GKP.

Tabel 3. Hasil analisis Produksi 2 Kabupaten

| Periode survai | Indramayu  |        |          | Subang     |        |          |
|----------------|------------|--------|----------|------------|--------|----------|
|                | Luas panen | Prod.  | Produksi | Luas panen | Prod.  | Produksi |
|                | Ha         | Ton/Ha | Ton      | Ha         | Ton/Ha | Ton      |
| S-1            | 0          | 0,00   | 0        | 965        | 6,43   | 6201     |
| S1-S2          | 3594       | 7,13   | 25633    | 2764       | 6,42   | 17753    |
| S2             | 36324      | 6,66   | 241812   | 38265      | 6,42   | 245812   |
| S2-S3          | 21479      | 7,13   | 153200   | 20747      | 6,42   | 133275   |
| S3             | 37330      | 6,66   | 248507   | 22403      | 6,42   | 143915   |
| Total          | 98727      |        | 669152   | 85144      |        | 546956   |

Pada periode tersebut, Kabupaten Indramayu masih menyisakan tanaman padi seluas 65.718 hektar, terdiri dari 51.056 hektar fase vegetatif dan 14.662 hektar fase generatif (Lihat Tabel 1). Sedangkan Kabupaten Subang masih menyisakan tanaman padi 39.678 hektar, terdiri dari 34.435 hektar fase vegetatif dan 5.243 hektar fase vegetatif.

Setiap kali dilakukan survai lapangan, memungkinkan untuk membuat peramalan luas panen dengan memanfaatkan data luasan fase pertumbuhan padi. Peramalan produksipun memungkinkan untuk dilakukan apabila peramalan produktivitas dapat diestimasi dari kondisi kesuburan tanaman pada saat survai. Namun pada tulisan ini hanya dibahas tentang peramalan luas panen saja.

Peramalan luas panen didasarkan atas asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Varietas padi adalah jenis varietas unggul
- Umur tanaman padi rata-rata 105 hari
- Umur padi fase vegetatif antara 1-60 hari
- Umur padi fase generatif antara 60-105 hari

Tabel 4., merupakan ramalan luas panen 90 hari kedepan yang dilakukan setelah analisis data hasil survai-1. Untuk mengetahui perbedaan antara ramalan dan kenyataan luas panen setelah setelah 90 hari, dilakukan penghitungan total panen

komulatif (total panen antara srv1&2+panen srv2 ditambah total panen antara srv2&3+panen srv3).

Berdasarkan asumsi-asumsi yang tersebut diatas tanaman padi pada fase vegetatif dan fase generatif pada waktu survai-1 sudah akan dipanen pada waktu survai-3 (90 hari setelah survai-1).

Tabel 4. Ramalan Luas panen 90 hari setelah survai-1

| Luasan                                       | Indramayu | Subang |
|--|-----------|--------|
| Generative SRV1 (Ha)                         | 6151      | 20797  |
| Vegetative SRV1 (Ha)                         | 106880    | 66369  |
| Ramalan Panen 90 hr kedepan (Ha)             | 113031    | 87166  |
| Total Panen antara RV1 &2 + Panen SRV2 (Ha)  | 39918     | 41028  |
| Total Panen antara SRV2 &3 + Panen SRV3 (Ha) | 58809     | 43149  |
| Total Panen (Ha)                             | 98727     | 84177  |
| Perbedaan (%)                                | 14        | 4      |

Kabupaten Indramayu diramalkan akan terjadi panen 113.031 hektar dalam kurun Januari-Mei kedepan (survai-1 sampai survai-3), namun kenyataannya hanya dipanen 98.727 hektar. Jadi ada perbedaan 14 % antara ramalan dan kenyataan. Demikian halnya Kabupaten Subang, dimana dalam kurun yang sama diramalkan akan terjadi panen 87.166 hektar, namun kenyataannya dipanen 84.177 hektar. Jadi ada perbedaan 4 % antara ramalan dan kenyataan.

Penyebab perbedaan antara ramalan dan kenyataan tersebut diatas dapat bersumber dari berbagai faktor, misalnya perbedaan kurun peramalan dan siklus pertumbuhan, varietas padi, hama dan penyakit, manajemen budidaya dan lain sebagainya. Perbedaan antara kurun peramalan (90 hari) dengan kurun siklus pertumbuhan padi (kurang lebih 105 hari). Jadi tanaman padi fase vegetatif yang berumur antara 1 sampai 15 hari mungkin belum saatnya dipanen pada 90 hari

kemudian. Setiap varietas padi mempunyai perbedaan kurun siklus pertumbuhan, mungkin ada yang kurang dari 105 hari atau lebih dari 105 hari. Hama penyakit atau bencana lain juga berpengaruh terhadap umur tanaman. Manajemen budidaya juga berpengaruh terhadap umur tanaman, seperti pemupukan, pengairan, ketersediaan buruh tani untuk memanen dan lain sebagainya.

## 5. KESIMPULAN

1. Teknologi Remote Sensing dan GIS memungkinkan perancangan spasial statistik untuk estimasi dan peramalan produksi padi
2. Setiap kali survai dapat dilakukan estimasi luas sawah untuk tanaman padi. Hasil estimasi menunjukkan, bahwa di Indramayu luas sawah 117.000 hektar dengan koefisien variasi 4 %, sedangkan di Subang seluas 90.000 hektar dengan koefisien variasi 7,5 %
3. Secara kumulatif dari survai-1 sampai dengan survai-3 (periode Januari-Mei) 2006 produksi padi di Indramayu sebesar 669.152 Ton GKP dan di Subang 546.956 Ton GKP
4. Peramalan pada survai-1 (Januari), menunjukkan bahwa 3 bulan kedepan (Mei) akan terjadi panen seluas 98.727 hektar di Indramayu dan 84.177 hektar di Subang. Peramalan tersebut mempunyai perbedaan 14 % dan 4 % dengan kenyataan masing-masing untuk Indramayu dan Subang

## 6. SARAN

1. Kualitas foto udara yang digunakan masih kurang baik. Diperlukan foto udara dengan skala lebih besar dan berkualitas baik agar proses pemetaan sampel segmen lebih
2. Spasial statistik kerangka sampel areal ini dapat digunakan untuk keperluan perolehan informasi komoditas lain dengan sedikit modifikasi

## DAFTAR PUSTAKA

1. BPS-Deptan. Sensus Pertanian 1993. Pedoman pengumpulan data tanaman pangan dan hortikultura, 1993.
2. BPPT-EU. SARI, Final Phase A Technical Report. Jakarta, 2001.
3. F.J. Gallego, Sampling Frames of Square Segments, Joint Research Centre, Luxembourg, 1995.
4. C. Taylor, C. Sannier, J. Delince, F.J. Gallego, Regional Crop Inventories in Europe Assisted by Remote Sensing : 1988-1993, Synthesis Report of the MARS Project – Action I, Joint Research Centre, Luxembourg, 1997.
5. A. Badea; D. Mihai; M. Marin; R. Mudura; I. Matei; C. Manole; R. Girbea, "MARS MERA Regional Inventories Results in Romania", Proceedings 1994-1996 Results Conference of Phare Multi-Country Environment Programme MARS and Environmental Related Applications (MERA) Project (Dec. 10-11, 1996, Bratislava), Session II : 161-170, 1998.